



XP 000275599

MCH B7 126

Le TFTS Alcatel 9810 : un système européen de communications air-sol

Le système de communications Alcatel 9810, développé dans le cadre du projet TFTS qui a reçu le label Euréka, permet d'établir des liaisons directes air-sol dans l'ensemble de l'espace aérien. Les stations terrestres sont connectées aux réseaux publics au moyen d'autocommutateurs privés, solution qui autorise une grande souplesse pour l'implantation et l'extension du système.

Alcatel prépare pour 1992 la mise en place d'un réseau cellulaire expérimental dans plusieurs pays préfigurant le futur service européen de communication avec les avions dont l'ouverture commerciale est prévue pour 1993.

E. FERNANDEZ*
M.A. GARAY*
G. CAMPET**
A. DEMARS**

E

p. 5-16

BEST AVAILABLE COPY

INTRODUCTION

Les progrès accomplis dans le domaine des télécommunications tendent à banaliser l'utilisation du téléphone et des moyens modernes de communication. Dans les années à venir, chacun deviendra plus exigeant sur la facilité d'accès aux réseaux publics au moyen d'équipements mobiles de communication. Le téléphone dans les avions a vu le jour au cours de la dernière décennie principalement aux Etats-Unis d'Amérique remportant un vif succès auprès des passagers des avions commerciaux et des avions d'affaires.

Pour répondre aux besoins des compagnies aériennes, Alcatel, associé à ses partenaires européens et en collaboration avec FRANCE TELECOM a défini et réalisé la partie terrestre du système de communication air-sol destiné aux passagers des avions appelé TFTS (Terrestrial Flight Telephone System).

La mise en œuvre en Europe, d'un système de communication avec les avions, nécessite de prendre en compte les caractéristiques particulières de ce continent : forte densité de trafic aérien, allocation des bandes de fréquences spécifiques, existence de nombreux exploitants de réseaux de télécommunication, norme commune européenne. Le TFTS a reçu le label Euréka en 1990 et répond aux spécifications définies par le sous-comité technique RES5 de l'Institut européen des normes de télécommunication (ETSI). Il s'agit d'un système complet comprenant tous les équipements nécessaires à la mise en place d'un réseau de communication air-sol fonctionnant dans les bandes 1700-1800 MHz. Les équipements embarqués à bord des avions répondent de plus aux normes aéronautiques définies par l'EAEC (European Airlines Electronics Committee) et l'AECC (Airlines Electronic Engineering Committee).

*FRANCE TELECOM
**Alcatel Telspace

Le TFTS bénéficie de l'expérience acquise par Alcatel pour la réalisation des systèmes de stations terrestres et par GEC Sensors (Royaume-Uni) pour la réalisation des systèmes embarqués. Le système de stations terrestres d'Alcatel est basé sur une architecture modulaire entièrement numérique, respectant les interfaces définies par l'ETSI et prenant en compte les caractéristiques propres aux réseaux publics commutés de chaque pays.

Le TFTS est un système bien adapté aux zones à forte densité de trafic aérien telles que l'Europe. D'une part, le choix d'un type de réseau cellulaire terrestre autorise la réutilisation des fréquences radioélectriques, d'autre part, les techniques numériques employées permettent le codage de la parole et le multiplexage de quatre ou huit canaux sur la même porteuse radioélectrique. La conception modulaire des stations terrestres permet d'adapter progressivement la capacité du système et de suivre la croissance du trafic et l'augmentation du nombre d'avions équipés du TFTS.

L'article est composé de trois parties principales : la première partie est consacrée à la description de l'architecture et des interfaces du système de communication air-sol TFTS, la deuxième partie est un descriptif du système de stations terrestres développé par Alcatel (stations terrestres et centre de commutation). Enfin, sont donnés des principes de constitution de réseaux cellulaires tels qu'ils sont envisagés par les exploitants.

GLOSSAIRE

Système de communication air-sol	TFTS	Terrestrial Flight Telephone System
Station embarquée	AS	Aircraft Station
Extrémité de station embarquée	AT	Avionic Termination
Station terrestre	GS	Ground Station
Centre de commutation	GSC	Ground Switching Centre
Système de station terrestre	GSS	Ground Station System
Centre de gestion de réseau	NMC	Network Management Centre
Centre d'exploitation et de maintenance	OMC	Operations and Maintenance Centre
Centre d'administration	AC	Administration Centre
Changement de canal radio avec maintien de la communication. Ex. : Lors du passage d'un avion d'une cellule à une autre.	TRANSFERT	Handover

ARCHITECTURE DU TFTS

L'architecture générale du TFTS (figure 1) associe les entités suivantes : la station embarquée, la station terrestre, le centre de commutation, et les centres de services. Ces éléments communiquent entre eux par des interfaces normalisées.

La station embarquée

La station embarquée à bord de l'avion (AS) comprend les équipements radioélectriques, antenne, duplexeur, émetteur-récepteur et modulateur-démodulateur. La station embarquée comprend également l'équipement de cabine (CTU) et les équipements terminaux tels que combiné téléphonique à lecteur de carte de crédit, télécopieur et terminal de transmission de données.

La station terrestre

La station terrestre (GS) a pour fonction de fournir une couverture radioélectrique dans une zone géographique déterminée appelée cellule et d'assurer les liaisons avec les stations embarquées situées dans cette zone.

Les stations terrestres peuvent être utilisées de trois façons suivant la zone de couverture radioélectrique désirée :

- station de forte puissance (en route GS) utilisée par les avions en altitude de croisière jusqu'à une distance de 240 km ;
- station intermédiaire (INT GS) pour les zones d'approche des aéroports ;
- station d'aéroport (APGS) utilisée par les avions dans les zones d'aéroport et au sol.

Chaque GS est équipée d'un nombre d'émetteurs et de récepteurs dépendant du trafic prévu, auxquels sont assignées des fréquences préétablies. La puissance rayonnée par chaque émetteur est ajustable en fonction du type de station et de la zone de couverture choisie.

Le centre de commutation

Le centre de commutation (GSC) constitue avec les stations terrestres le système de stations terrestres (GSS). Chaque GSC contrôle une ou plusieurs GS et réalise l'interface entre le TSTS et les réseaux fixes.

Les fonctions principales des centres de commutation sont la gestion des appels, l'identification des avions et la transmission de la demande de validation des cartes de crédit au centre de facturation.

Les GSC assurent de plus la gestion des bases de données concernant les appels, la surveillance et la maintenance des stations et le réacheminement des communications en cas de transfert entre différentes GS en utilisant éventuellement le réseau public si les GS ne sont pas contrôlées par le même GSC.

Les centres de commutation GSC sont réalisés à l'aide d'un PABX type Alcatel 4300L [1] et utilisent le système de signalisation d'abonnés n°1 du CCITT de sorte qu'aucune modification des réseaux publics nationaux ne soit nécessaire.

L'utilisation d'un autocommutateur privé présente de nombreux avantages tels que la souplesse d'interconnexion au réseau public et la compétitivité économique. Des algorithmes évolués sont mis en œuvre dans le système pour le traitement de la parole, la gestion des communications, la gestion des ressources radioélectriques et la continuité des communications durant les déplacements des avions (transfert intercellulaire).

Les centres de services

Les tâches liées à la gestion et à l'exploitation du réseau sont réparties dans des centres spécifiques (centre d'exploitation et de maintenance, centre de gestion du réseau et centre d'administration).

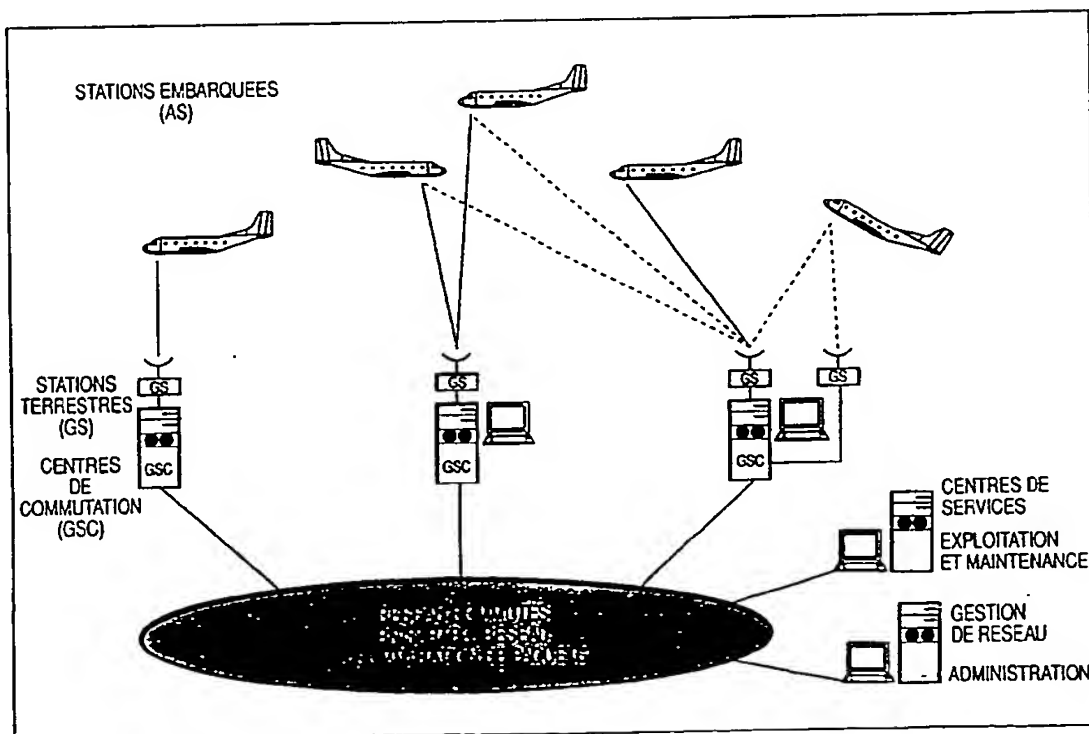


FIG. 1 - ARCHITECTURE DU TSTS.

Les centres d'exploitation et de maintenance (OMC) fournissent à l'exploitant tous les moyens de supervision et de commande pour effectuer les actions correctives nécessaires dans les systèmes de stations terrestres (GSS) dont ils ont la responsabilité. Etant donné la répartition géographique des stations terrestres et des centres de commutation, il est entendu que les centres d'exploitation et de maintenance soient disposés à un niveau régional dans chaque pays, soit dans un GSC, soit dans un centre commun à plusieurs GSC.

Le centre de gestion de réseau (NMC) est chargé des opérations impliquant les GSS de plusieurs exploitants de télécommunication : coordination et reconfiguration du réseau, mise à jour des bases de données TFTS, suivi des performances et de la qualité du service.

Le centre d'administration (AC) est chargé des fonctions administratives générales du TFTS, centralisation de toutes les informations permettant de réaliser la facturation, interface avec les organismes de gestion des cartes de crédit et calculs nécessaires à la répartition des charges et des revenus entre les exploitants de télécommunication et les compagnies aériennes.

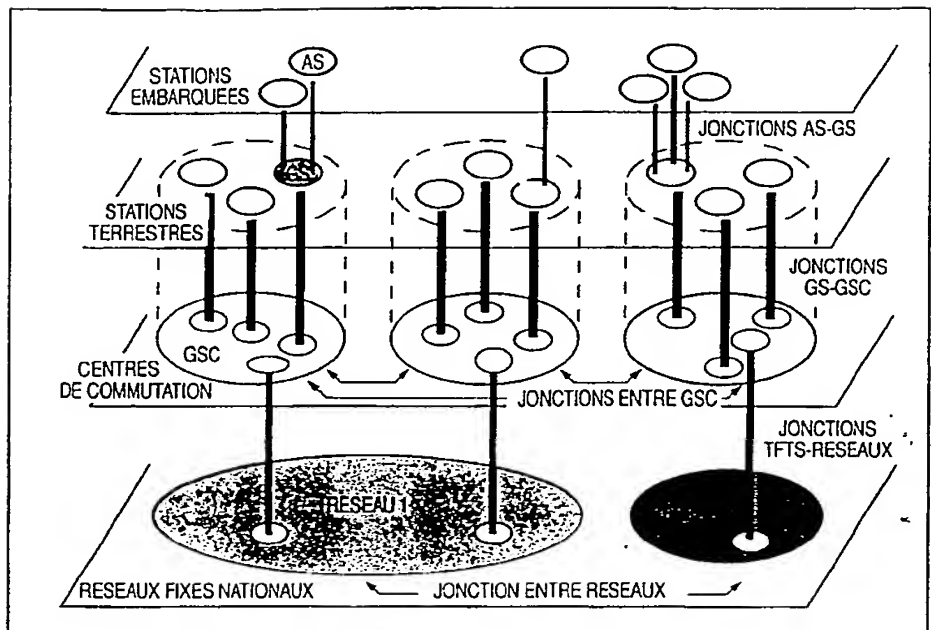


FIG. 2 - ARCHITECTURE DU RESEAU TFTS.

Les interfaces du TFTS

Les interfaces du TFTS sont représentées sur les figures 2 et 3.

Interface radio

L'interface radio du TFTS (Ua) repose sur l'utilisation combinée du multiplexage à répartition dans le temps dans le sens sol-air et de l'accès multiple à répartition dans le temps dans le sens air-sol.

Le système utilise une émission continue multiplexée dans le temps pour les liaisons sol-avion, permettant à la station terrestre de communiquer avec plusieurs avions et une émission par paquets pour les liaisons avion-sol, un avion communiquant avec une seule station terrestre.

Les signaux de parole numérisés modulent une porteuse à 44,2 kbit/s. Dans une première phase, le système supporte quatre circuits de parole par porteuse avec des codecs à 9 600 bit/s. Cependant, l'utilisation ultérieure de codecs à 4 800 bit/s permettra de passer à huit circuits de parole par porteuse.

L'interface radio numérique procure de nombreux avantages par rapport à celle d'un système analogique. Les techniques numériques de codage de la parole et de multiplexage permettent d'obtenir une grande efficacité spectrale. Une gestion précise des ressources radio et des mécanismes de changement de cellule associée à de larges possibilités de réutilisation des fréquences dans un réseau cellulaire extensible contribuent aussi à augmenter le nombre d'utilisateurs pour une région donnée.

Le TFTS a la capacité d'offrir une grande variété de services liés aux transmissions de données et du fait du codage de la parole, les conversations téléphoniques sont transmises en toute confidentialité.

Interfaces avec les réseaux fixes

Il existe cinq types d'interface entre les GSC et les réseaux fixes : l'interface trafic usager (1a), l'interface transfert (1b), l'interface centre d'administration (1c1), l'interface centre de gestion de réseau (1c2) et l'interface centre d'exploitation et de maintenance (1c3).

LA REALISATION ALCATEL 9810

La solution mise en œuvre par Alcatel, pour la réalisation du système de stations terrestres, respecte les interfaces normalisées définies par l'ETSI, et permet de plus de disposer d'une grande souplesse d'adaptation des équipements aux réseaux publics nationaux et aux différents types de stations désirées. Le dimensionnement du calculateur, la souplesse d'exploitation et le développement modulaire sont les qualités essentielles de ce système.

Le choix du calculateur pour implanter le système de gestion des stations terrestres permet de réaliser des GSC sur la base d'auto-commutateurs privés. De plus, ces équipements, bien que de taille réduite, ont une capacité de traitement largement suffisante pour garantir l'extension du service TFTS ainsi que le traitement des services complémentaires de télécopie et de transmission de données (encadré 1).

La fonction de commutation et de connexion au réseau initialement associée au calculateur du GSC, peut être séparée et réalisée au moyen d'un PABX appartenant au réseau local. Ce PABX devrait alors disposer des interfaces propres au réseau commuté public et de l'interface entre PABX dit IPNS pour s'interconnecter au contrôleur de station terrestre.

L'architecture de la station terrestre est conçue de façon à pouvoir augmenter le nombre de porteurs et de canaux en s'adaptant à la croissance du trafic et à l'augmentation du nombre d'avions équipés du TFTS.

En effet, lors de la mise en œuvre d'un tel service à l'échelle européenne, il est important de disposer d'un nombre de stations suffisant pour assurer la couverture géographique des principales routes aériennes alors que la capacité de chaque station peut être limitée dans une première phase.

Centre d'administration : AC
Station embarquée : AS
Extrémité de station embarquée : AT
Station terrestre : GS
Centre de commutation : GSC
Centre de gestion de réseau : NMC
Centre d'exploitation et de maintenance : OMC
Équipement terminal : TE
Adaptateur : TA
Terminaison d'utilisateur : UT

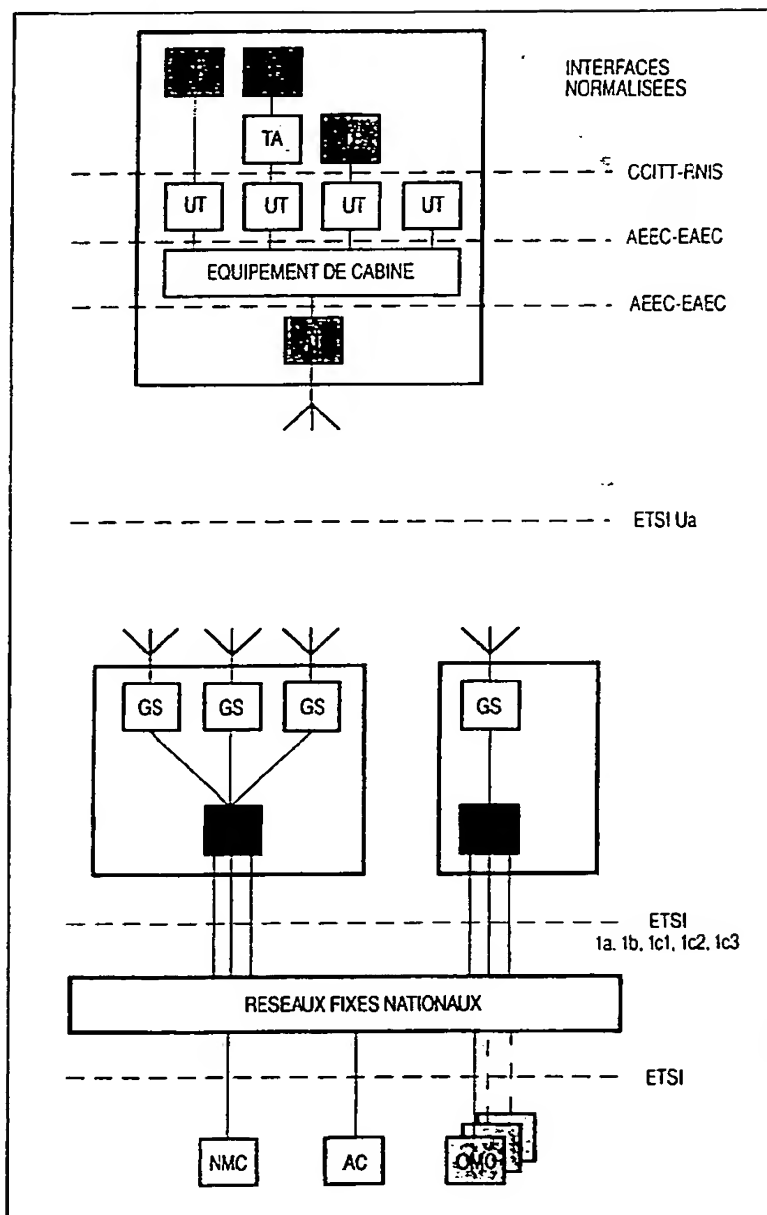


FIG. 3 - INTERFACES DU TFTS.

La station terrestre

Sur la base de l'architecture fonctionnelle du TFTS, la station terrestre (GS) gère la liaison radio avec l'avion et est connectée au centre de commutation (GSC).

Sur une fréquence donnée, la station terrestre émet en permanence vers l'ensemble des avions. La trame numérique est constituée de quatre ou huit transmissions indépendantes (voies de parole codées à 9 600 bit/s ou à 4 800 bit/s) qui peuvent concerner un ou plusieurs avions.

Dans l'autre sens, ces mêmes avions émettent en accès multiple à répartition dans le temps (AMRT), à tour de rôle dans l'intervalle de temps qui leur est affecté. Du point de vue trafic, une station peut gérer un nombre important de canaux tandis que les avions ne sont en principe équipés que pour un canal radioélectrique et donc quatre (ou huit) utilisateurs au même instant.

La couverture TFTS est constituée de cellules de plusieurs dimensions.

Lorsque l'avion vole à une altitude élevée (4 500 mètres à 13 000 mètres), la zone couverte par une seule station peut être très grande (plus de 200 km) et les émetteurs doivent être puissants (20 watts). Ces zones sont appelées « en route ».

Pour les avions qui sont à une altitude plus faible, ou qui sont en train de décoller ou d'atterrir, les besoins sont différents car la zone à couvrir se situe autour des aéroports. La zone couverte peut être réduite à 45 km et la puissance des émetteurs dix fois plus faible. Enfin, de petites cellules situées dans les aéroports permettent, lorsque la visibilité est possible et si le trafic justifie leur installation, d'assurer la liaison avec les avions au sol.

Encadré 1 :

LES SERVICES DU RESEAU AIR-SOL TFTS

Service à court terme : téléphonie

Ce service permet d'établir à partir de l'avion des liaisons bidirectionnelles de parole avec des abonnés du réseau téléphonique public avec commutation. Il permet :

- la numérotation internationale directe ;
- le paiement direct par lecture de carte de crédit ;
- l'indication de progression de l'appel ;
- la gestion de file d'attente en cas de saturation de la capacité de la station ou du système ;
- la répétition du dernier appel ;
- l'indication de la durée de l'appel ;
- l'accès à des services particuliers ou de réclamation au moyen de codes abrégés.

Services futurs

- transmission de données ;
- télécopie.

La station terrestre permet :

- d'établir la liaison radio avec les avions : transmission et réception radiofréquence, modulation et démodulation, codage et décodage, réalisation de la trame à l'émission, traitement des intervalles de temps à la réception ;
- de mesurer les paramètres de la liaison : niveau du signal reçu, qualité de la liaison, position des paquets ;
- de contrôler la puissance et le synchronisme de la station embarquée ;

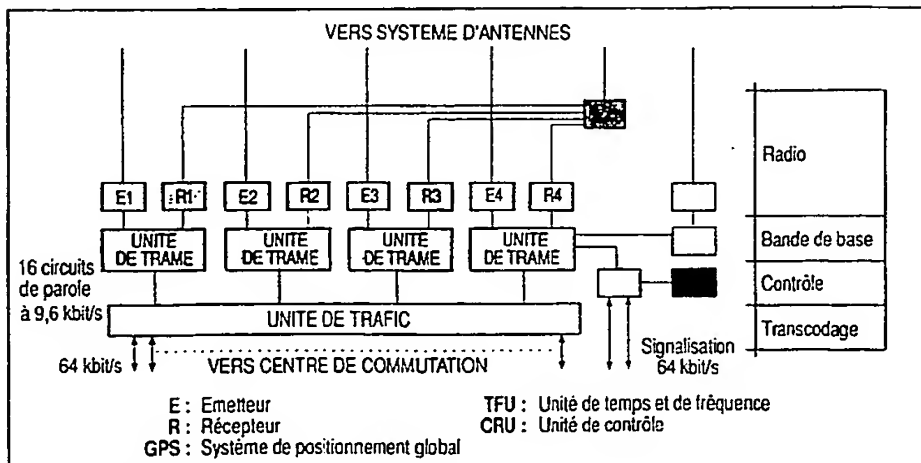


FIG. 4 - ARCHITECTURE DE LA STATION TERRESTRE.

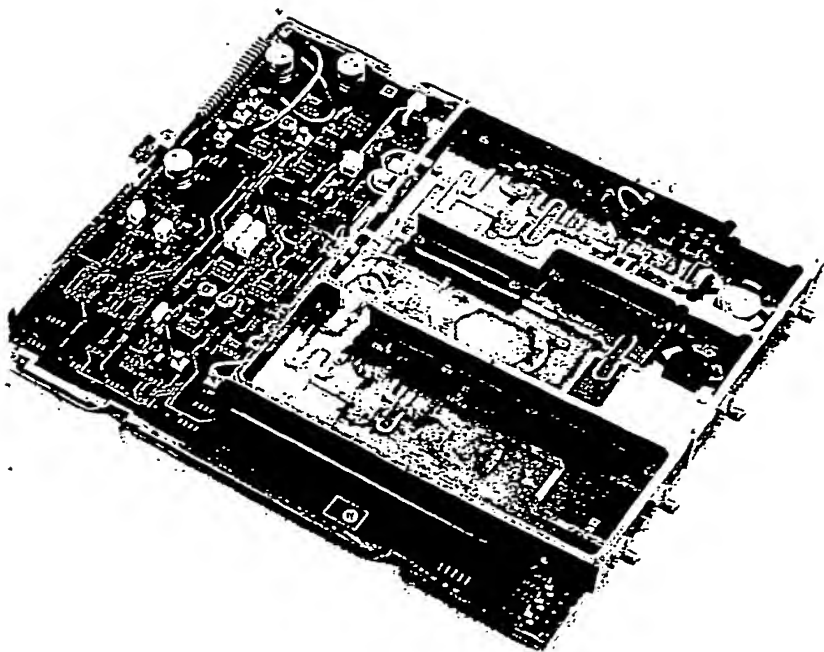


FIG. 5 - EMETTEUR DE STATION TERRESTRE.

- d'effectuer la compression et la décompression des signaux de parole (codage et décodage de la parole à 9 600 bit/s en synchronisme avec la trame TFTS), cette fonction pouvant éventuellement être déportée sur le site du GSC ;
- de gérer les liaisons de signalisation avec les stations embarquées et le centre de commutation (GSC) ;
- de gérer les ressources radio : affectation, supervision et libération des intervalles de temps de la trame pour les canaux de trafic et les canaux de contrôle en fonction des informations issues, soit des stations embarquées, soit de la GSC, soit de la station terrestre elle-même.

La station terrestre se compose de cinq unités principales (figure 4) : l'unité radio émission-réception (figures 5 et 6), l'unité de trame (FRU), l'unité de transcodage ou de trafic (TRU), l'unité de contrôle (CRU), l'unité de temps et de fréquence (TFU).

L'unité radio, l'unité de trame et l'unité de trafic sont associées à autant de canaux radioélectriques. Par contre, l'unité de contrôle et l'unité de temps sont communes à quatre canaux de la même station.

La modularité de la station terrestre a été optimisée pour quatre canaux radioélectriques, sachant que toute autre configuration est réalisable soit en première installation, soit en extension.

Afin d'obtenir la plus grande souplesse d'exploitation du réseau, les transcodeurs de signaux numériques sont des ensembles indépendants, localisés soit sur le site de la station terrestre (GS), soit sur le site du centre de commutation (GSC).

Dans ce dernier cas, un équipement de multiplexage peut être utilisé pour limiter le nombre de circuits de trafic entre GS et GSC. L'élément rayonnant de la station terrestre est constitué d'une antenne omnidirectionnelle en azimuth dont le gain maximal est de 8 dB par rapport à une antenne isotrope pour les angles voisins de l'horizontale dont les directions correspondent aux distances maximales entre l'avion et la station terrestre.

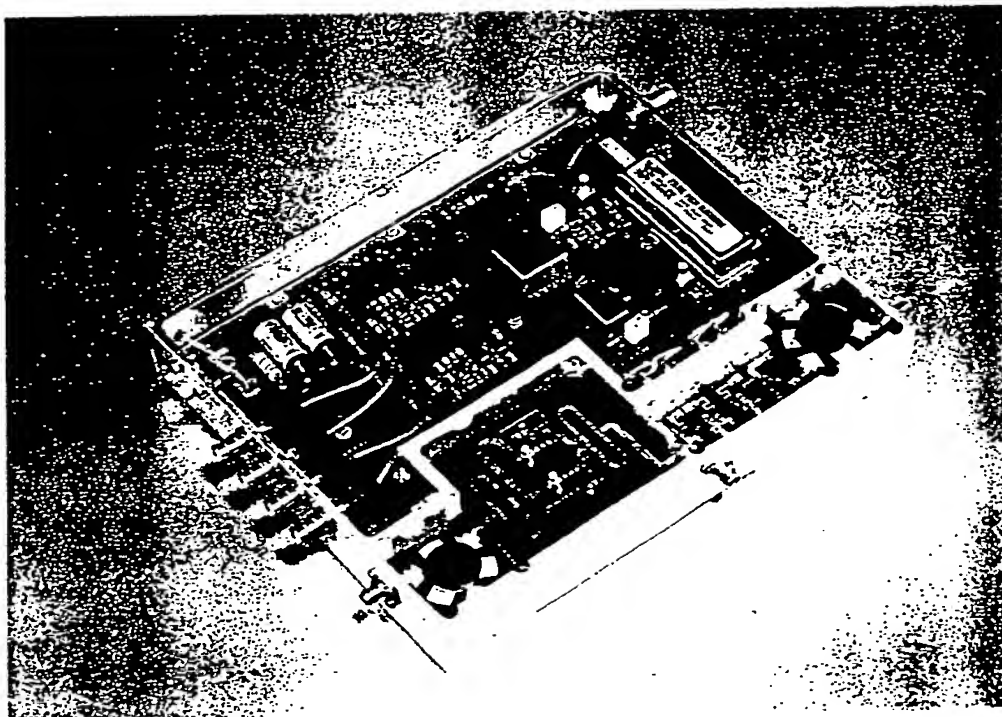


FIG. 6 - RECEPTEUR DE STATION TERRESTRE.

La référence de temps pour synchroniser la trame est fournie par la station terrestre à l'équipement embarqué. La mise en œuvre du processus de transfert entre cellules, lorsqu'un avion atteint la limite de couverture d'une station terrestre, est basée sur un certain nombre de critères dont l'évaluation de la distance de l'avion aux diverses stations. L'évaluation de cette distance est obtenue par l'équipement embarqué qui est muni d'un récepteur particulier qui a pour fonction d'analyser séquentiellement toutes les porteuses reçues des diverses stations terrestres.

La mesure du temps de propagation des signaux reçus des diverses stations terrestres permet d'évaluer les distances de l'avion à ces mêmes stations. Cette mesure est possible à condition de posséder une référence de temps commune à toutes les stations terrestres. Cette référence de temps est obtenue à partir des signaux de synchronisation reçus d'un satellite GPS (Global Positioning System).

Le synchronisme des stations permet de plus de faciliter la procédure d'accès de l'équipement embarqué à une nouvelle station terrestre lors d'un transfert : accès direct dans l'intervalle de temps affecté dans la trame. Il faut cependant noter qu'un défaut éventuel de synchronisme des stations n'affecte pas le fonctionnement normal du système bien que, dans certains cas, un léger accroissement du temps de transfert entre stations puisse se produire.

Le centre de commutation

Le centre de commutation (GSC) est l'organe du système TFTS qui permet l'accès aux réseaux publics pour l'acheminement du trafic et la télégestion. Il est relié à une ou plusieurs stations terrestres (GS) par des liaisons fixes utilisées pour la signalisation et l'acheminement du trafic.

Le GSC est raccordé au réseau téléphonique pour l'établissement de liaisons de trafic soit directes (appel d'un avion vers le réseau), soit par réacheminement entre GSC. Chaque GSC dispose d'un accès au réseau à commutation de paquets (Transpac en France) pour la signalisation entre GSC et pour les liaisons de télégestion.

Les fonctions remplies par le centre de commutation

Le GSC est le point d'accès au réseau public : un dialogue entre lui-même et les avions permet d'établir des communications (nationales ou internationales) à travers le réseau public. Le GSC effectue les changements de protocole nécessaires pour adapter le protocole TFTS (entre l'avion et le GSC) au protocole du réseau public auquel il est raccordé.

Il assure la continuité de l'acheminement. Avant qu'un avion ne quitte la zone couverte par une station terrestre et n'entre dans la zone d'une autre station terrestre, il avertit le sol de son désir de changer de station. Le GSC, à la réception de cette demande, établit un autre chemin pour la communication et permet à l'avion de changer de station sans que la liaison soit interrompue.

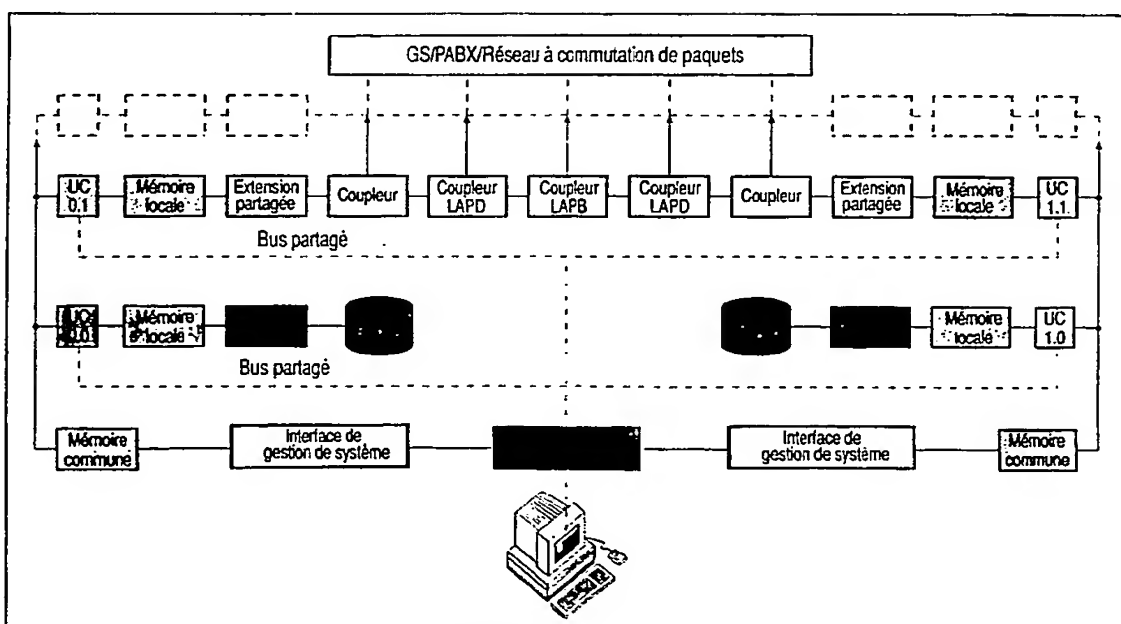


FIG. 7 - ARCHITECTURE DU CENTRE DE COMMUTATION (PARTIE TFTS).

Le GSC effectue la collecte et la transmission des informations de télégestion. Il mémorise, puis transmet vers les centres spécialisés, les informations de gestion qu'il élabore ou reçoit des autres équipements du réseau. Ces informations serviront à la facturation, à la surveillance du fonctionnement et à l'adaptation du nombre d'équipements aux besoins.

Enfin le GSC est l'équipement qui permet la réception et l'exécution des demandes de télé-exploitation. Les opérateurs du centre d'exploitation ont la possibilité, par un dialogue avec le GSC, d'effectuer les opérations d'interrogation et de reconfiguration nécessaires.

L'architecture matérielle du centre de commutation

Le GSC comporte deux parties distinctes : une partie propre au système TSTS et une partie adaptée au réseau public auquel il est raccordé.

La première partie (figure 7) est constituée d'un ensemble d'éléments de l'autocommutateur Alcatel 4300L. C'est un système multiprocesseurs autoredundant permettant d'assurer une très grande sécurité de fonctionnement, un demi-système étant en fonctionnement, l'autre étant en réserve active ou arrêté. Chaque demi-système comporte un à huit processeurs locaux (selon la charge), chacun d'eux ayant sa propre mémoire et un accès à une mémoire commune. Les tâches de l'application sont réparties entre ces processeurs. Le demi-système en fonctionnement tient à jour en permanence le demi-système en réserve par l'intermédiaire du bus commun et du contrôleur de redondance, ce dernier assurant le basculement sur le demi-système en réserve en cas de faute. Dans chaque demi-système, certains processeurs locaux sont reliés à une extension commandant des contrôleurs de signalisation qui relient le GSC aux autres équipements et aux réseaux (GS, RNIS ou réseau téléphonique commuté, réseau à commutation de paquets, ...).

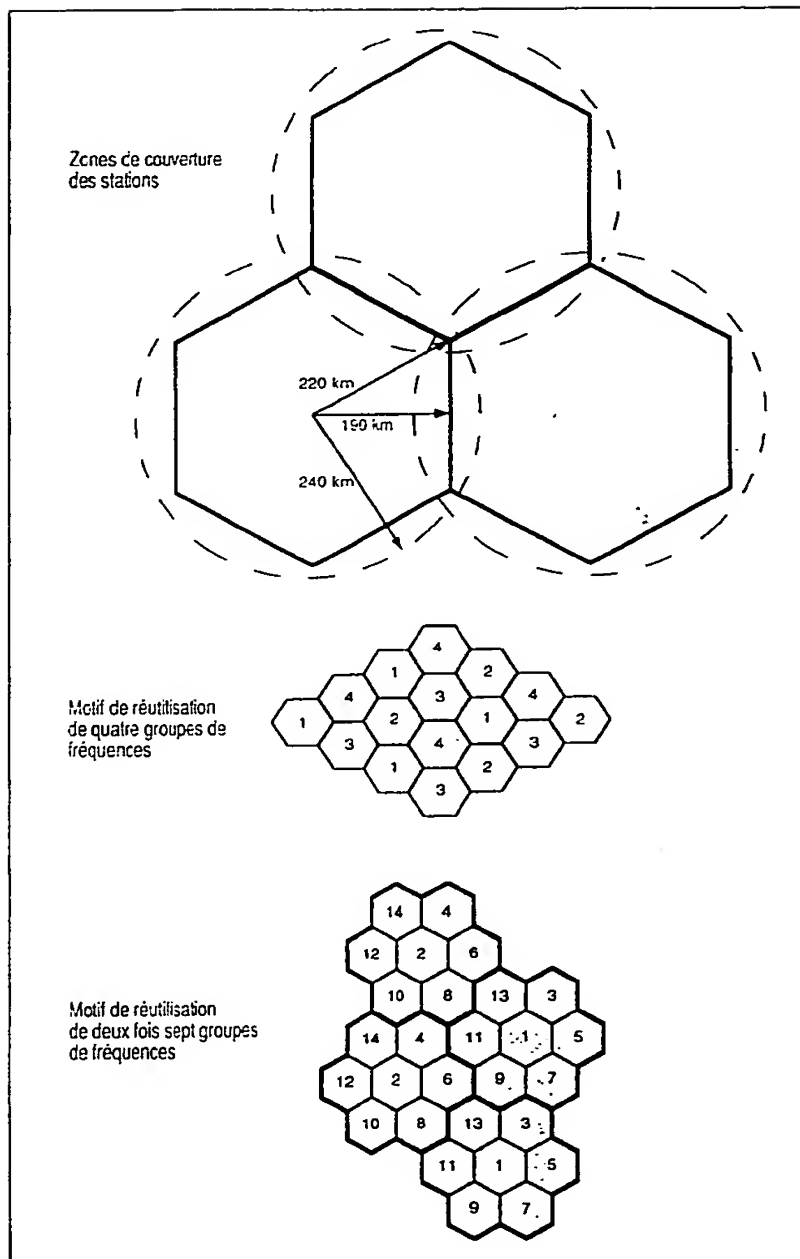


FIG. 8 - RESEAUX CELLULAIRES DE EASE POUR STATIONS EN ROUTE.

La seconde partie du GSC, qui assure la commutation du trafic et le raccordement au réseau, est un PABX qui peut soit être placé dans le même équipement que celui décrit précédemment, soit constituer un équipement séparé.

La constitution des logiciels du centre de commutation

Le système d'exploitation « Octopus » associé à des interfaces standard entre tâches permet d'assurer une architecture simple des logiciels d'application. Le logiciel de communication assure les communications et leur supervision correspondant aux couches basses (niveaux 1, 2 et 3 du modèle OSI). Il permet de gérer des liaisons de type asynchrone avec les consoles de supervision et de contrôle, des liaisons de signalisation TSTS entre PABX et RNIS (type LAPD) et des liaisons X.25 pour la signalisation entre le GSC et la télégestion (type LAPB). Le logiciel d'exploitation permet d'assurer l'interface avec les différents centres d'exploitation, de gestion et d'administration en utilisant les liaisons mises à sa disposition par le logiciel de communication.

Le logiciel de gestion des ressources et des acheminements est le cœur du système car il va assurer non seulement l'interconnexion des liaisons de trafic des GS et du réseau public, mais également la modification de l'acheminement nécessitée par les déplacements de l'avion d'une cellule à une autre. Le logiciel de gestion des protocoles assure les conversions de protocole nécessaires pour rendre compatible le protocole de communication TSTS en provenance des avions et le protocole de communication du réseau public. Dans l'architecture choisie, ce changement de protocole s'effectue en deux temps : d'abord du protocole TSTS au protocole IPNS, puis du protocole IPNS au protocole spécifique du réseau.

CONSTITUTION D'UN RESEAU CELLULAIRE

Un émetteur-récepteur de station terrestre comprenant un amplificateur de forte puissance associé à une antenne omnidirectionnelle permet de couvrir une zone de 240 km de rayon nominal. Dans cette zone, l'altitude de l'avion doit être comprise entre 4500 et 13000 mètres, ce qui correspond aux altitudes de croisière habituelles.

Pour une zone d'aéroport non couverte dans le cas précédent, un émetteur-récepteur particulier peut être implanté à proximité de cet aéroport. Le rayon de la cellule envisagée est alors limité au strict nécessaire par le choix de la puissance de l'émetteur et la position de l'antenne, ceci afin d'éviter d'éventuelles interférences avec d'autres cellules.

Afin d'obtenir un recouvrement entre cellules voisines de grand rayon, la distance maximale entre deux stations terrestres doit être de 380 km. D'autre part, deux émetteurs-récepteurs de même fréquence ne peuvent être situés à moins de 760 km afin d'éviter des problèmes de perturbation sur la liaison sol-avion. Dans un réseau de stations terrestres réparties suivant un motif régulier (figure 8), un facteur de réutilisation des fréquences de 1 sur 4 est en théorie possible et correspond à la meilleure efficacité spectrale. Toutefois, la réalité du relief, la disponibilité des sites et la densité de trafic par zone impliquent d'adopter une topologie plus souple. La configuration finale utilisée pour les sites devrait être voisine d'un motif de réutilisation de sept groupes de fréquences en admettant la présence de canaux adjacents entre cellules voisines ou de quatorze groupes de fréquences utilisant en alternance des motifs groupés de canaux pairs et impairs évitant de trouver deux cellules voisines avec canaux adjacents.

La répartition des fréquences porteuses dans les stations obéit alors aux seuls critères de distance minimale à respecter entre canaux adjacents et canaux de même fréquence.

Dans une bande de fréquences de 5 MHz, le système TFTS dispose de 164 porteuses radioélectriques au pas de 30,3 kHz. Ceci permet de constituer un réseau cellulaire de stations terrestres disposant chacune d'un nombre adapté d'émetteurs-récepteurs : typiquement de 1 à 4 porteuses, voire 8 ou 12 porteuses pour les zones à fort trafic, chaque porteuse assurant 4 ou 8 communications téléphoniques simultanées avec un ou plusieurs avions. Les ressources radioélectriques disponibles permettent de satisfaire le trafic attendu qui peut atteindre 60 erlangs pour 100 000 km² dans la zone très fréquentée du nord-est de la France [2]. (encadré 2).

Encadré 2 :

LE MARCHÉ DU TFTS : ANALYSE SUR L'EUROPE OCCIDENTALE

Aéroports.

150 aéroports avec un nombre de passagers annuel < 1 million.

41 aéroports avec un nombre de passagers annuel < 5 millions.

26 aéroports avec un nombre de passagers annuel > 5 millions.

Equipement nécessaire :

- flotte à équiper : 1 000 avions commerciaux ou privés ;
- nombre de stations terrestres : 100 à 200 suivant couverture désirée.

Trafic :

- nombre d'appel par an : 10 à 20 millions ;
- trafic maximal dans les zones européennes : 39 à 60 erlangs pour 100 000 km² (avions en altitude de croisière hors zones d'approche des aéroports) ;
- trafic des zones d'aéroport : 26 zones de 1 à 3 erlangs.

Le système TFTS peut être étendu vers l'Europe de l'Est, le Moyen-Orient et l'Afrique du Sud.

CONCLUSION

Dans le cadre des nouveaux services offerts aux passagers des avions, le TFTS est un système de communication adapté aux zones à forte densité de trafic aérien telles que l'Europe. Ses caractéristiques optimales sont obtenues grâce d'une part au choix d'un type de réseau cellulaire terrestre autorisant la réutilisation des fréquences radioélectriques, d'autre part aux techniques numériques de codage de la parole et de multiplexage employées.

Les principales compagnies aériennes et exploitants de télécommunication européens se sont impliqués dans le cadre de l'ETSI dans la définition du système, lequel doit acheminer quelques dix millions d'appels par an à l'horizon 2000. Un réseau expérimental comprenant quatre stations terrestres réparties en France, au Royaume-Uni et en Suède sera installé en 1992. Quatre compagnies aériennes au moins participeront aux essais : Air France, TAT, British Airways et SAS. Le but de cette expérimentation est de tester les aspects techniques, opérationnels et commerciaux du TFTS avant la mise en place du service définitif qui est prévue pour 1993.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] J.-R. MEJANE, QUERVEL, F. SEVEQUE. « Réseaux d'autocommutateurs multiservices Opus 4000 - « Commutation & Transmission » n° 4-1986, p. 39.
- [2] Commission of the European Communities « The market and key factors for the rapid implementation of an aeronautical public correspondence communications system in Europe up to the year 2000 » - PA Consulting Group - April 1990.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (US